

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Code UE                           | <b>LU3PY514</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nom de l'UE :                     | Physique des milieux continus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nom du responsable                | Thierry Hocquet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Adresse email du responsable      | thierry.hocquet@sorbonne-universite.fr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nombre d'Ects                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Volume horaire (en heure)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| CM                                | 12 x 2 h = 24 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| TD                                | 12 x 2 h = 24 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| TP                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| RP                                | 2 x 2 h = 4 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| HPP                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Travail personnel de l'étudiant   | 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Période d'enseignement            | S5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Enseignement à distance ?         | non                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Enseignement en présentiel ?      | oui                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Prérequis                         | Physique: notions élémentaires de mécanique classique et de thermodynamique, notion d'hydrostatique et théorème de Bernoulli.<br>Mathématiques : équations aux dérivées partielles, algèbre et analyse vectorielle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Présentation pédagogique          | <p><b>Milieux continus</b><br/>Description de la matière, description des mouvements et des flux, relation de continuité.</p> <p><b>Transport</b><br/>Description macroscopique du transport : équation de bilan, courants de diffusion et de convection. Transport de la chaleur, loi de Fourier, résistance thermique. Transport de matière, loi de Fick. Transport de charges, effets croisés. Résolution de l'équation de diffusion : régime permanent, régime transitoire.</p> <p><b>Rayonnement thermique</b><br/>Densité spectrale, notion de radiométrie, lois de Kirchhoff et de Wien. Corps noir, résultats expérimentaux et loi de Planck.</p> <p><b>Hydrodynamique</b><br/>Description physique d'un fluide. Statique des fluides (théorème d'Archimède), cinématique des fluides (points de vue d'Euler et de Lagrange, dérivée particulaire, exemples d'écoulements).<br/>Fluides parfaits : bilan d'impulsion (équation d'Euler, exemple de la propagation du son), bilan d'énergie (équation de Bernoulli).<br/>Fluides visqueux : transport d'impulsion, équation de Navier-Stokes, écoulements de Couette et de Poiseuille, régimes d'écoulement et nombre de Reynolds, forces de traînée et de portance, couche limite et turbulence.<br/>Phénomènes de surface : tension superficielle, longueur capillaire, nombre de Bond, équilibre des interfaces (lois de Laplace, Young-Dupré, Jurin).</p> <p><b>Élasticité</b><br/>Introduction au formalisme des contraintes et des déformations, loi de Hooke. Solides élastiques et isotropes, modules élastiques. Exemples de déformations élastiques dans des cas simples. Ondes acoustiques.</p> <p>Éléments de rhéologie.</p> |
| Thèmes abordés                    | Phénomènes de transport, hydrodynamique, élasticité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Acquis attendus à l'issue de l'UE | Savoir résoudre un problème élémentaire en phénomènes de transport, hydrodynamique ou élasticité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Savoir faire techniques           | Comprendre intuitivement la physique des milieux continus. Savoir identifier les grandeurs physiques pertinentes dans la description d'un phénomène macroscopique<br>Savoir appliquer les notions de champs de vecteurs et de leurs variations aux fluides et milieux déformables. Appliquer les équations de bilan à un élément de volume et dresser le bilan dans des cas simples.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Savoir faire expérimentaux        | Le contenu expérimental fait l'objet d'autres UE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisation pédagogique                         | Le cours théorique sera complété par la mise en application des notions acquises dans les TD et les 3 séances de résolution de problèmes. Une épreuve écrite finale sera organisée.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Modalités d'évaluation                           | RP : 10/100 – CC : 30/100 – Examen final : 60/100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ouvrages de référence                            | <p>En français</p> <p><i>Thermodynamique</i>, Bertin, Faroux, Renault, Dunod.</p> <p><i>Physique pour les sciences de la vie</i>, A. Bouyssi, M. Davier et B. Gatty, Belin.</p> <p><i>Hydrodynamique Physique</i>, E. Guyon, J.-P. Hulin et L. Petit, EDP Sciences.</p> <p><i>Mécanique des fluides</i>, S. Candel, Dunod.</p> <p><i>Gouttes, bulles, perles et ondes</i>, P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart et D. Quéré, Belin.</p> <p><i>Le cours de physique de Feynman</i>, R. Feynman, tome 2, chap. 38, 39, 31.</p> <p><i>Mécanique des fluides</i>, L. Landau, Édition MIR</p> <p><i>Théorie de l'élasticité</i>, L. Landau, Édition MIR</p> <p>En anglais</p> <p><i>Fundamentals of statistical and thermal physics</i>, F. Reif, Waveland Press.</p> <p><i>Fluid mechanics</i>, P.K. Kundu and I.M. Cohen, Academic Press.</p> <p><i>Elementary fluid dynamics</i>, D.J. Acheson, Oxford.</p> <p><i>Mechanics of materials</i>, J.M. Gere and B.J. Goodno, Cengage Learning Custom Publishing.</p> |
| Déroulé souhaité sur les 13 semaines du semestre | <p>sem 1 : 1 CM</p> <p>sem 2 à 12 : 10 CM + 10 TD + 2 RP</p> <p>sem 13 : 1 TD</p> <p>Le CC (1h30) pourra au besoin être réalisé pendant une séance de CM.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |